

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-317896

(P2000-317896A)

(43) 公開日 平成12年11月21日 (2000. 11. 21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーム(参考)
B 8 1 B 3/00		B 8 1 B 3/00	4 K 0 5 7
B 8 1 C 1/00		B 8 1 C 1/00	5 F 0 4 3
C 2 3 F 1/00	1 0 3	C 2 3 F 1/00	1 0 3
H 0 1 L 21/306		H 0 1 L 21/306	G

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-126593

(22) 出願日 平成11年5月7日 (1999. 5. 7)

(71) 出願人 391012316

東京工業大学長

東京都目黒区大岡山2丁目12番1号

(72) 発明者 下河辺 明

東京都町田市つくし野2-24-7

(72) 発明者 森 誠一

東京都町田市成瀬台2-32-3 ポプラが丘コープ20-303

(7d) 代理人 100059258

弁理士 杉村 曉秀 (外2名)

Fターム(参考) 4K057 W420 W606 W001 W006 W22

W110

5F043 AA07 BB03 CC02 FF10 GG10

(54) 【発明の名称】 薄膜平面構造体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 薄膜加工体の内部応力を制御して、高い再現性の下に薄膜平面構造体製造する方法を提供する。

【解決手段】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成する。次いで、この薄膜にウェットエッチングなどを施して、例えば片持ち梁形状の薄膜加工体を形成する。次いで、この薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理して、好ましくは0.5～5分保持する。その後、前記薄膜加工体を室温まで冷却する。次いで、前記基板の少なくとも一部をウェットエッチングなどによって除去し、片持ち梁形状の前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成する。



(2)

特開2000-317896

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなることを特徴とする、薄膜平面構造体。

【請求項2】 前記過冷却液体域がガラス転移温度が200～600℃の温度範囲内にあり、前記過冷却液体域の温度幅が20℃以上であることを特徴とする、請求項1に記載の薄膜平面構造体。

【請求項3】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項4】 パターニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、

過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項5】 前記過冷却液体域のガラス転移温度が200～600℃の温度範囲内にあり、前記過冷却液体域の温度幅が20℃以上であることを特徴とする、請求項3又は4に記載の薄膜平面構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜平面構造体及びその製造方法に関し、さらに詳しくはマイクロアクチュエータなどのマイクロマシン、探針、触針、マイクロセンサなどの各種センサ、及び走査型プローブ顕微鏡用プローブなどの各種プローブの構造部品などとして好適に使用することのできる、薄膜平面構造体及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロマシン、各種センサ、各種プローブなどには、その構成要素として基板から分離された高い形状精度を有する片持ち梁が求められている。このため、半導体製造に用いられる薄膜成膜技術及び微細加工技術を応用したマイクロマシーニングにより、様々な薄膜からなる梁などの平面構造体が用いられるようになってきている。

【0003】このような薄膜平面構造体は、一般に図1～4のような工程を経て製造される。図1は、従来の薄

2

膜平面構造体の製造方法における、最初の工程を示す平面図である。図2は、図1に示す平面図のI-I線における断面図である。そして、図3及び4は、図1及び2に示す工程の後の工程を経時的に示したものである。最初に、図1及び2に示すように、基板1の主面1A上にレジストを均一に塗布した後、露光装置によって露光・現像を行い、パターニングした犠牲層2を形成する。次いで、図3に示すように、基板1の主面1A上に犠牲層2を覆うようにして金属又はシリコン材料からなる薄膜を均一に形成する。そして、この薄膜をエッチングすることによって所定形状にパターニングされた薄膜加工体3を形成する。次いで、図4に示すように、犠牲層2をエッチング除去することにより、薄膜加工体3からなる薄膜平面構造体4を得る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、薄膜加工体3を形成する際の諸条件によっては、図4に示すような薄膜平面構造体を得ることはできず、図5に示すように薄膜加工体3が屈折して立体的な形状になったり、図6に示すように薄膜加工体3の屈折が大きくなり過ぎて破壊に至ったりする場合があった。これは、薄膜加工体3の内部応力の分布が、膜厚方向に対して不均一であるためである。したがって、エッチングする以前の均一な薄膜を形成するに当たっての蒸着やスパッタリングなどにおけるガス圧力や基板温度、蒸着温度やスパッタリング出力などを適宜に調節したり、エッチング条件を種々調節することによって薄膜加工体3内の内部応力が膜厚方向において均一となるようにする試みがなされてきた。

【0005】しかしながら、スパッタリングなどの成膜条件は薄膜加工体3の膜質に重大な影響を及ぼす。例えば、スパッタリング時のガス圧力を高くすると、薄膜3の内部応力を低減することができる一方で、薄膜加工体3自体の緻密性が劣化する。その結果、得られる薄膜平面構造体の機械的強度が劣化したり、後のエッチング工程において腐食が進行しすぎ、所望の形状に加工したりできない場合があった。また、薄膜加工体3の内部応力は、このような成膜条件に対して非常に敏感である。したがって、前記のような成膜条件を厳密に制御することが要求されるため、再現性よく薄膜平面構造体を得るには困難を極めていた。さらに、エッチング条件を種々変化した場合においても、薄膜のエッチングと内部応力の緩和とを同時に達成する条件を見出すことは極めて困難な状態にあった。

【0006】本発明は、上記内部応力を制御して高い再現性の元に製造することのできる薄膜平面構造体及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなることを特徴とする、薄膜平

(3)

特開2000-317896

3

4

面構造体である。

【0008】また、本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0009】さらに、本発明は、パターンニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0010】本発明者らは、上記問題点を解決すべく、薄膜平面構造体を構成する新たな材料及び製造方法を開発すべく研究を重ねた。その結果、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成するとともに、前記非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域にまで加熱することによって上記問題を解決できることを見出した。

【0011】すなわち、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域まで加熱すると、前記薄膜はガラス転位現象を生じる。すると、それまで固体状で高い剛性を有していた薄膜は半固体状（過冷却液体）となり、粘度が $10^9 \sim 10^{11} \text{ Pa} \cdot \text{S}$ の粘性流動を示すようになる。その結果、スパッタリングなどによって形成された際に薄膜内部に生じた応力が緩和される。したがって、この後に前記薄膜を室温まで冷却し、犠牲層や基板の一部を除去した場合においても、薄膜が屈折したり破壊したりすることがなくなる。この結果、薄膜平面構造体を再現性よく得ることができる。本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料の上記のような特性を見出すとともにこの特性に着目し、この特性を利用することによってなされたものである。

【0012】なお、本発明における「過冷却液体域」とは、ガラス転移温度（ $T_g$ ）から結晶化開始温度（ $T_x$ ）までの温度領域（ $\Delta T_x$ ）をいう。また、「薄膜平面構造体」とは、前記のような非晶質材料からなる薄膜をエッチングなどによって平面的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体をいい、立体的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体とは異なるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明する。本発明の薄膜平面構造体は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなることが必要で

ある。本発明の目的を達成できるものであれば、このような非晶質材料の種類は限定されない。酸化物ガラス（ $\text{SiO}_2$ 、パイレックスガラス等）、カルコゲナイド半導体（ $\text{As-S}$ 、 $\text{Si-As-Te}$ 等）、及び一部の非晶質合金（ $\text{Zr-Cu-Al}$ や $\text{Pd-Cu-Si}$ など）の金属ガラスを例示することができる。

【0014】しかしながら、過冷却液体域のガラス転移温度が $200 \sim 600^\circ\text{C}$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用することが好ましく、さらには $250 \sim 400^\circ\text{C}$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用することが好ましい。非晶質材料がこのような比較的低いガラス転移温度を有することによって、薄膜の加熱工程が簡素化され非晶質材料を成膜する基板や、基板を保持する治具などの材料選択の幅が広がる。ガラス転移温度周辺の非晶質材料は、一般に $10^{11} \sim 10^{13} \text{ Pa} \cdot \text{S}$ との粘度を示す。スパッタリングなどによって形成した薄膜内部の応力を効率よく除去することができる。さらに、過冷却液体域の温度幅は $20^\circ\text{C}$ 以上であることが望ましい。このように比較的広い過冷却液体域を有することによって、薄膜の加熱工程が簡易化される。そして、このように比較的広い過冷却液体域を有することによって、加熱時の温度変動による影響を低減することができる。このような非晶質材料として、 $\text{Zr}_{50}\text{Cu}_{30}\text{Al}_{10}$ 、 $\text{Pd}_{50}\text{Cu}_{50}\text{Si}_{10}$ 、及び酸化ボロンを例示することができる。

【0015】本発明の薄膜平面構造体は、前記のような非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成して製造する。使用する基板の種類は薄膜平面構造体の用途によって異なるが、一般的には単結晶シリコンや、酸化膜又は窒化膜のついた単結晶シリコン、パイレックスガラス、及びステンレス板などを用いることができる。また、前記薄膜の前記基板上への形成方法は、スパッタリング、蒸着法などの物理蒸着法や、CVD法などの化学蒸着法など公知の方法を用いて行うことができる。

【0016】さらに、本発明の薄膜平面構造体は、上記のようにして基板上に形成した薄膜を所定形状に加工して薄膜加工体を形成し、製造する。前記薄膜の加工は、フッ酸や水酸化カリウム溶液を用いたウェットエッチングやRIE（反応性イオンエッチング）などのドライエッチングに代表される、公知の微細加工技術などによって行うことができる。

【0017】また、本発明の薄膜平面構造体は、上記のようにして形成した薄膜加工体を過冷却液体域まで加熱処理して製造する。薄膜加工体を加熱する手段としては、赤外線加熱、誘導加熱、抵抗加熱などの公知の加熱手段を用いることができる。過冷却液体域において前記薄膜加工体を加熱保持する時間は、前記薄膜加工体を構成する材料の種類や薄膜の厚さ、薄膜の形成条件などに依存する。しかしながら、一般にはかかる温度領域において0.5～5分保持する。これによって、薄膜加工体内の応力を十分に除去することができ、本発明の目的を

(4)

特開2000-317896

5

6

達成することができる。

【0018】次いで、本発明の薄膜平面構造体は、前記加熱処理の後、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温にまで冷却して製造する。冷却手段としては、放射冷却などによる自然冷却、冷却用ガス導入による冷却、冷却盤との接触による冷却などの手段を用いることができる。

【0019】そして、本発明の薄膜平面構造体は、前記薄膜加工体を室温にまで冷却した後、前記基板の少なくとも一部を除去して製造する。基板の少なくとも一部を除去する方法としては、前述したようなウェットエッチングあるいはドライエッチングなどに代表される公知の微細加工技術によって行うことができる。

【0020】また、本発明の薄膜平面構造体を製造するに当たっては、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を形成する以前に、所定の形状にパターニングされた犠牲層を形成することもできる。この場合においては、犠牲層を覆うようにして前記薄膜を前記基板上に形成する。そして、前記基板の少なくとも一部を除去する代わりに、前記犠牲層を除去することによって薄膜平面構造体を製造する。

【0021】パターニングされた犠牲層は、「従来の技術」で述べたように、スピンコートなどによってレジストを基板の主面上に均一に塗布した後、Crからなるマスクを通して露光・現像することによって形成することができる。さらには、ポリシリコンなどをCVDなどの手段によって基板の主面上に均一に形成した後、レジストからなる保護膜を前記ポリシリコン膜上に形成し、ウェットエッチングすることによって形成することもできる。

【0022】本発明の薄膜平面構造体を構成する前記薄膜加工体の厚さは特に限定されず、用途に応じてあらゆる厚さに形成することができる。しかしながら、各種センサや各種プローブなどに使用する場合は、一般に1～20μmの厚さに形成する。

【0023】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。

実施例1

本実施例においては、基板上に犠牲層を形成せずに、基板の一部を直接除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図7～11は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図7は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図8は、図7に示す平面図のII-II線における断面図を示したものである。そして、図9～11は、それぞれ図7及び8に続く工程を経時的に示した断面図である。基板10には厚さ200μm、結晶方位100面の単結晶シリコンウェハを用いた。

【0024】最初に、図7及び8に示すように、基板1

10

20

30

40

50

0の主面10A上にポリイミド膜をスピンコート法により厚さ5μmに形成した。次いで、ポリイミド膜をRIE（反応性イオンエッチング）によってパターニングし、パターニング層11を形成した。次いで、基板10の裏面10B上に熱酸化法によって酸化シリコン層19を厚さ1μmに形成した。次いで、図9に示すように、スパックリング法によってZr<sub>66</sub>Cu<sub>33</sub>Al<sub>1</sub>なる組成の金属ガラスからなる薄膜12を、パターニング層11を覆うようにして基板10の主面10A上に厚さ2μmに形成した。なお、Zr<sub>66</sub>Cu<sub>33</sub>Al<sub>1</sub>金属ガラスのガラス転位温度(T<sub>g</sub>)及び結晶化開始温度(T<sub>x</sub>)は、それぞれ360℃、421℃であった。

【0025】次いで、図10に示すように、水酸化カリウムに基板10を浸漬させることによってパターニング層11を除去するとともに、薄膜12をパターニングすることによって片持ち梁形状の薄膜加工体13を形成した。次いで、薄膜加工体13上に熱電対14とTi箔（厚さ50μm）のカバー15を設置した。そして、このようなアセンブリを真空容器16に入れ、図示しない真空ポンプにより10<sup>-4</sup>Pa以下まで排気した。

【0026】真空容器16には石英ガラス窓17が具備され、この石英ガラス窓17の上方には赤外線ヒータ18が設置されている。また、この赤外線ヒータ18と熱電対14とは温度調節器19に接続されており、熱電対14によって薄膜加工体13の温度を直接モニタリングしながら、赤外線ヒータ18によって設定した温度まで加熱することができるようになっている。カバー15は、高温で活性なTiからなっている。このため、加熱中に残留酸素などを吸着し、同じく高温活性な薄膜加工体13の酸化を防ぐとともに、赤外線ヒータ18の加熱むらを平均化し、薄膜加工体13を均一に加熱することができる。

【0027】その後、加熱速度10℃/分で薄膜加工体13を387℃まで加熱し、30秒間保持した。そして、放射冷却を制御することにより、冷却速度10℃/分で室温まで冷却し、薄膜加工体13を有するアセンブリを真空容器16より取り出した。

【0028】次いで、図11に示すように、上記アセンブリを80℃に加熱した水酸化カリウム水溶液に2時間浸漬させることによって、基板10の一部をエッチング除去し、エッチビット20を形成した。その結果、薄膜加工体13からなる薄膜平面構造体21を得た。

【0029】図12は、上記のようにして製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。一方、図13は、上記において過冷却液体域における加熱処理を行わないで製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。図12及び13より、本発明の方法にしたがって薄膜平面構造体を製造した場合は、薄膜平面構造体を構成する薄膜加工体が平面的な形状を維持していることが分かる。

(5)

特開2000-317896

7

8

## 【0030】実施例2

本実施例においては、基板上に犠牲層を形成し、この犠牲層を除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図14～18は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図14は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図15は、図14に示す平面図のIII-III線における断面図を示したものである。そして、図16～18は、それぞれ図14及び15に続く工程を経時的に示した断面図である。基板30には、基板の裏面30Bに厚さ1μmの酸化シリコン膜33が形成され、全体の厚さが200μmであり、結晶方位が100面である単結晶シリコンウェハを用いた。

【0031】最初に、図14及び15に示すように、基板30の正面30A上にニッケルからなる保護層31を厚さ0.1μmに形成した。次いで、ポリシリコンからなる薄膜を、スパッタリング法によって保護層31上に厚さ1μmに形成した。次いで、前記ポリシリコン薄膜上にレジストをスピコートによって塗布して保護膜を形成した。次いで、基板30を水酸化カリウム水溶液（濃度40重量％）に浸漬させ、ポリシリコン薄膜をエッチングすることによって犠牲層32を形成した。次いで、図16に示すように、酸化ボロン（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）からなる薄膜を、CVD法によって、基板30の正面30A上に犠牲層32を覆うようにして厚さ2μmに形成した。次いで、前記薄膜上に所定形状のレジストをスピコートによって塗布し、基板30をフッ酸溶液中に浸漬させることによってエッチングし、薄膜加工体34を形成した。

【0032】次いで、図17に示すように抵抗加熱装置35上に上記アセンブリを設置し、加熱速度10℃/分で560℃まで加熱した。なお、酸化ボロンのガラス転移温度（T<sub>g</sub>）は553℃であった。そして、560℃で5分間加熱保持した後、放射冷却を制御することによって冷却速度10℃/分で室温まで冷却した。次いで、図18に示すように、上記アセンブリを80℃に加熱した水酸化カリウム水溶液（濃度40重量％）に15分間浸漬させることによって、犠牲層32をエッチング除去し、薄膜平面構造体36を得た。

【0033】以上、具体例を示しながら発明の実施の形態に則して本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変換が可能である。

## 【0034】

【発明の効果】本発明によれば、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成している。そして、薄膜平面構造体を製造する際において、薄膜平面構造体を構成する薄膜をエッチングなどによって加工して得た薄膜加工体を、前記過冷却液体域にまで加熱して処

理する。したがって、薄膜加工体内に発生した応力が前記加熱処理中に緩和されるため、薄膜平面構造体を製造した後に、前記応力によって薄膜加工体が屈折するようなことがなくなる。この結果、高い再現性の元に製造することが可能な薄膜平面構造体を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図2】 図1に示す平面図のI-I線における断面図である。

【図3】 図1及び2に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図4】 図3に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図5】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の一例を示す断面図である。

【図6】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の他の例を示す断面図である。

【図7】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図8】 図7に示す平面図のII-II線における断面図である。

【図9】 図7及び8に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図10】 図9に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図11】 図10に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図12】 本発明の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す定査型電子顕微鏡写真である。

【図13】 従来の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す定査型電子顕微鏡写真である。

【図14】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の他の例における最初の工程を示す平面図である。

【図15】 図14に示す平面図のIII-III線における断面図である。

【図16】 図14及び15に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図17】 図16に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図18】 図17に示す工程の後の工程を示す断面図である。

## 【符号の説明】

1. 10、30 基板
2. 32 犠牲層
- 3 薄膜加工体
- 4 薄膜平面構造体
- 11 バターニング層
- 12 薄膜

(6)

特開2000-317896

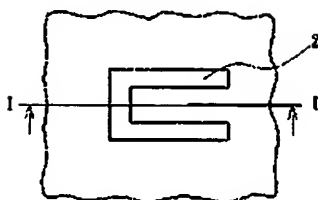
9

10

13. 34 薄膜加工体  
14 熱電対  
15 カバー  
16 真空容器  
17 石英ガラス窓  
18 赤外線ヒータ

\* 19 酸化シリコン層  
20 エッチビット  
21. 36 薄膜平面構造体  
31 保護層  
33 酸化シリコン膜  
\* 35 抵抗加熱装置

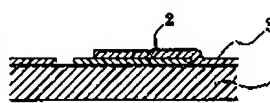
【図1】



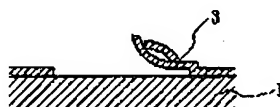
【図2】



【図3】



【図6】



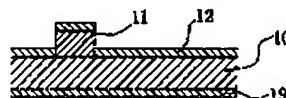
【図4】



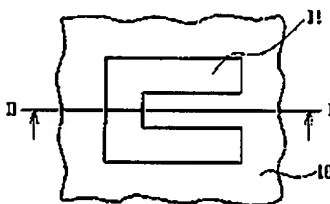
【図5】



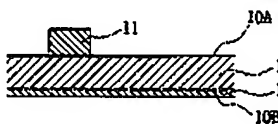
【図9】



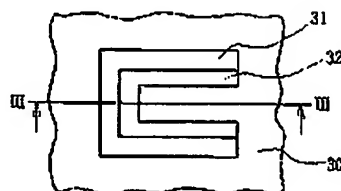
【図7】



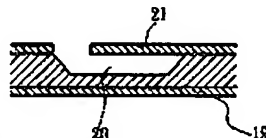
【図8】



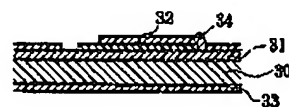
【図14】



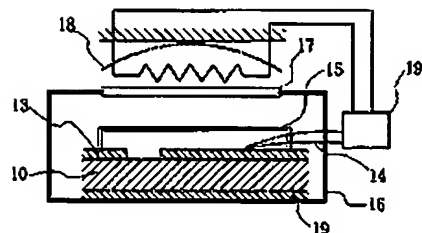
【図11】



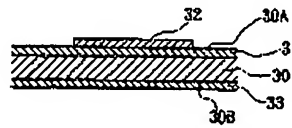
【図16】



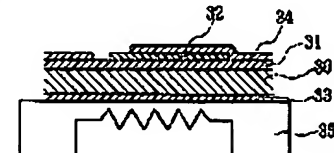
【図10】



【図15】



【図17】



(7)

特開2000-317896

【図12】



【図13】



【図18】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年6月13日(2000.6.13)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】薄膜平面構造体の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項2】 パターニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

し、

前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項3】 前記薄膜は、 $ZrO_2$ 、 $Cu_2O$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Pd_2O$ 、 $Cu_2S$ 、 $Si_3N_4$ 、及び酸化ボロンの少なくとも一つからなることを特徴とする、請求項1又は2に記載の薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項4】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20 $\mu m$ に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu m$ の薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなるセンサ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、センサ用薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項5】 パターニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に厚さ1～20 $\mu m$ に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu m$ の薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、

(8)

特開2000-317896

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなるセンサ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、センサ用薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項6】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20 $\mu\text{m}$ に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu\text{m}$ の薄膜加工体を形成し、

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなるブロープ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、ブロープ用薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項7】 パターニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、

過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に厚さ1～20 $\mu\text{m}$ に形成し、

前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu\text{m}$ の薄膜加工体を形成し、

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなるブロープ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、ブロープ用薄膜平面構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜平面構造体の製造方法に関し、さらに詳しくはマイクロアクチュエータなどのマイクロマシン、探針、触針、マイクロセンサなどの各種センサ、及び走査型ブロープ顕微鏡用ブロープなどの各種ブロープの構造部品などとして好適に使用することのできる、薄膜平面構造体の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロマシン、各種センサ、各種ブロープなどには、その構成要素として基板から分離された高い形状精度を有する片持ち梁が求められている。このため、半導体製造に用いられる薄膜成膜技術及び微細加工技術を応用したマイクロマニングにより、様々な薄膜からなる梁などの平面構造体が用いられるようになってきている。

【0003】このような薄膜平面構造体は、一般に図1～4のような工程を経て製造される。図1は、従来の薄膜平面構造体の製造方法における、最初の工程を示す平面図である。図2は、図1に示す平面図のI-I線における断面図である。そして、図3及び4は、図1及び2

に示す工程の後の工程を経時的に示したものである。最初に、図1及び2に示すように、基板1の主面1A上にレジストを均一に塗布した後、露光装置によって露光・現像を行い、パターニングした犠牲層2を形成する。次いで、図3に示すように、基板1の主面1A上に犠牲層2を覆うようにして金属又はシリコン材料からなる薄膜を均一に形成する。そして、この薄膜をエッチングすることによって所定形状にパターニングされた薄膜加工体3を形成する。次いで、図4に示すように、犠牲層2をエッチング除去することにより、薄膜加工体3からなる薄膜平面構造体4を得る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、薄膜加工体3を形成する際の諸条件によっては、図4に示すような薄膜平面構造体を得ることはできず、図5に示すように薄膜加工体3が屈折して立体的な形状になったり、図6に示すように薄膜加工体3の屈折が大きくなり過ぎて破壊に至ったりする場合があった。これは、薄膜加工体3の内部応力の分布が、膜厚方向に対して不均一であるためである。したがって、エッチングする以前の均一な薄膜を形成するに当たっての蒸着やスパッタリングなどにおけるガス圧力や基板温度、蒸着温度やスパッタリング出力などを適宜に調節したり、エッチング条件を種々調節することによって薄膜加工体3内の内部応力が膜厚方向において均一となるようにする試みがなされてきた。

【0005】しかしながら、スパッタリングなどの成膜条件は薄膜加工体3の膜質に重大な影響を及ぼす。例えば、スパッタリング時のガス圧力を高くすると、薄膜3の内部応力を低減することができる一方で、薄膜加工体3自体の緻密性が劣化する。その結果、得られる薄膜平面構造体の機械的強度が劣化したり、後のエッチング工程において腐食が進行しすぎ、所望の形状に加工したりできない場合があった。また、薄膜加工体3の内部応力は、このような成膜条件に対して非常に敏感である。したがって、前記のような成膜条件を厳密に制御することが要求されるため、再現性よく薄膜平面構造体を得るには困難を極めていた。さらに、エッチング条件を種々変化した場合においても、薄膜のエッチングと内部応力の緩和とを同時に達成する条件を見出すことは極めて困難な状態にあった。

【0006】本発明は、上記内部応力を制御して高い再現性の下に薄膜平面構造体を製造する方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、また、本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域



(9)

特開2000-317896

から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0009】さらに、本発明は、パターンニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0010】本発明者らは、上記問題点を解決すべく、新たな薄膜平面構造体の製造方法の探索を行った。その結果、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成するとともに、前記非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域にまで加熱することによって上記問題を解決できることを見出した。

【0011】すなわち、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域まで加熱すると、前記薄膜はガラス転位現象を生じる。すると、それまで固体状で高い剛性を有していた薄膜は半固体状（過冷却液体）となり、粘度が $10^0 \sim 10^{11}$  Pa・Sの粘性流動を示すようになる。その結果、スパッタリングなどによって形成された際に薄膜内部に生じた応力が緩和される。したがって、この後に前記薄膜を室温まで冷却し、犠牲層や基板の一部を除去した場合においても、薄膜が屈折したり破壊したりすることがなくなる。この結果、薄膜平面構造体を再現性よく得ることができる。本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜の上記のような特性を見出すとともにこの特性に着目し、この特性を利用することによってなされたものである。

【0012】なお、本発明における「過冷却液体域」とは、ガラス転移温度（ $T_g$ ）から結晶化開始温度（ $T_x$ ）までの温度領域（ $\Delta T_x$ ）をいう。また、「薄膜平面構造体」とは、前記のような非晶質材料からなる薄膜をエッチングなどによって平面的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体をいい、立体的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体とは異なるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明する。本発明の薄膜平面構造体は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜から構成されることが必要である。本発明の目的を達成できるものであれば、このような非晶質材料の種類は限定されない。酸化ガラス（ $SiO_2$ 、パイレックスガラス等）、カルコゲナイド半導体（ $As-S$ 、 $Si-As-S$ 等）、及び一部の非晶質合金（ $Zr-Cu-Al$ や $Pd-Cu-Si$ など）の金属ガラスを例示することができる。

【0014】しかしながら、過冷却液体域のガラス転移温度が $200 \sim 600^\circ C$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用することが好ましく、さらには $250 \sim 400^\circ C$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用することが好ましい。非晶質材料がこのような比較的低いガラス転移温度を有することによって、薄膜の加熱工程が簡素化され非晶質材料を成膜する基板や、基板を保持する治具などの材料選択の幅が広がる。ガラス転移温度周辺の非晶質材料は、一般に $10^{11} \sim 10^{12}$  Pa・Sとの粘度を示す。スパッタリングなどによって形成した薄膜内部の応力を効率よく除去することができる。さらに、過冷却液体域の温度幅は $20^\circ C$ 以上であることが望ましい。このように比較的に広い過冷却液体域を有することによって、薄膜の加熱工程が簡易化される。そして、このように比較的に広い過冷却液体域を有することによって、加熱時の温度変動による影響を低減することができる。このような非晶質材料として、 $Zr_{66}Cu_{33}Al_1$ 、 $Pd_{76}Cu_{16}Si_8$ 、及び酸化硼を例示することができる。

【0015】本発明の薄膜平面構造体は、前記のような非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成して製造する。使用する基板の種類は薄膜平面構造体の用途によって異なるが、一般的には単結晶シリコンや、酸化膜又は窒化膜のついた単結晶シリコン、パイレックスガラス、及びステンレス板などを用いることができる。また、前記薄膜の前記基板上への形成方法は、スパッタリング、蒸着法などの物理蒸着法や、CVD法などの化学蒸着法など公知の方法を用いて行うことができる。

【0016】さらに、本発明の薄膜平面構造体は、上記のようにして基板上に形成した薄膜を所定形状に加工して薄膜加工体を形成し、製造する。前記薄膜の加工は、フッ酸や水酸化カリウム溶液を用いたウェットエッチングやRIE（反応性イオンエッチング）などのドライエッチングに代表される、公知の微細加工技術などによって行うことができる。

【0017】また、本発明の薄膜平面構造体は、上記のようにして形成した薄膜加工体を過冷却液体域まで加熱処理して製造する。薄膜加工体を加熱する手段としては、赤外線加熱、誘導加熱、抵抗加熱などの公知の加熱手段を用いることができる。過冷却液体域において前記薄膜加工体を加熱保持する時間は、前記薄膜加工体を構成する材料の種類や薄膜の厚さ、薄膜の形成条件などに依存する。しかしながら、一般にはかかる温度領域において0.5～5分保持する。これによって、薄膜加工体内の応力を十分に除去することができ、本発明の目的を達成することができる。

【0018】次いで、本発明の薄膜平面構造体は、前記加熱処理の後、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却して製造する。冷却手段としては、熱放射などによる自然冷却、冷却用ガス導入による冷却、冷却盤との接触による冷却などの手段を用いることができ

(10)

特開2000-317896

る。

【0019】そして、本発明の薄膜平面構造体は、前記薄膜加工体を室温にまで冷却した後、前記基板の少なくとも一部を除去して製造する。基板の少なくとも一部を除去する方法としては、前述したようなウェットエッチングあるいはドライエッチングなどに代表される公知の微細加工技術によって行うことができる。

【0020】また、本発明の薄膜平面構造体を製造するに当たっては、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を形成する以前に、所定の形状にパターニングされた犠牲層を形成することもできる。この場合においては、犠牲層を覆うようにして前記薄膜を前記基板上に形成する。そして、前記基板の少なくとも一部を除去する代わりに、前記犠牲層を除去することによって薄膜平面構造体を製造する。

【0021】パターニングされた犠牲層は、「従来の技術」で述べたように、スピンコートなどによってレジストを基板の主面上に均一に塗布した後、Crからなるマスクを通して露光・現像することによって形成することができる。さらには、ポリシリコンなどをCVDなどの手段によって基板の主面上に均一に形成した後、レジストからなる保護膜を前記ポリシリコン膜上に形成し、ウェットエッチングすることによって形成することもできる。

【0022】本発明の薄膜平面構造体を構成する前記薄膜加工体の厚さは特に限定されず、用途に応じ、過冷却液体域を有する範囲内においてあらゆる厚さに形成することができる。特に、薄膜平面加工体の厚さが1～20μmの範囲内においては、上記のような過冷却液体域を有するとともに、各種センサや各種プローブなどに使用に足る強度を有する。したがって、薄膜平面加工体、さらには薄膜平面加工体に加工する以前の薄膜を1～20μmに形成することにより、各種センサや各種プローブに対して好適な薄膜平面構造体を提供することができる。

【0023】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。

実施例1

本実施例においては、基板上に犠牲層を形成せずに、基板の一部を直接除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図7～11は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図7は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図8は、図7に示す平面図のII-II線における断面図を示したものである。そして、図9～11は、それぞれ図7及び8に続く工程を経時的に示した断面図である。基板10には厚さ200μm、結晶方位100面の単結晶シリコンウェハを用いた。

【0024】最初に、図7及び8に示すように、基板1

0の主面10A上にポリイミド膜をスピンコート法により厚さ5μmに形成した。次いで、ポリイミド膜をRIE（反応性イオンエッチング）によってパターニングし、パターニング層11を形成した。次いで、基板10の裏面10B上に熱酸化法によって酸化シリコン層19を厚さ1μmに形成した。次いで、図9に示すように、スパックリング法によって $Zr_{0.8}Cu_{0.2}Al$ 、なる組成の金属ガラスからなる薄膜12を、パターニング層11を覆うようにして基板10の主面10A上に厚さ2μmに形成した。なお、 $Zr_{0.8}Cu_{0.2}Al$ 、金属ガラスのガラス転位温度（ $T_g$ ）及び結晶化開始温度（ $T_x$ ）は、それぞれ360℃、421℃であった。

【0025】次いで、図10に示すように、水酸化カリウムに基板10を浸漬させることによってパターニング層11を除去するとともに、薄膜12をパターニングすることによって片持ち梁形状の薄膜加工体13を形成した。次いで、薄膜加工体13上に熱電対14とTi箔（厚さ50μm）のカバー15を設置した。そして、このようなアセンブリを真空容器16に入れ、図示しない真空ポンプにより10<sup>-4</sup>Pa以下まで排気した。

【0026】真空容器16には石英ガラス窓17が具備され、この石英ガラス窓17の上方には赤外線ヒータ18が設置されている。また、この赤外線ヒータ18と熱電対14とは温度調節器19に接続されており、熱電対14によって薄膜加工体13の温度を直接モニタリングしながら、赤外線ヒータ18によって設定した温度まで加熱することができるようになっている。カバー15は、高温で活性なTiからなっている。このため、加熱中に残留酸素などを吸着し、同じく高温活性な薄膜加工体13の酸化を防ぐとともに、赤外線ヒータ18の加熱むらを平均化し、薄膜加工体13を均一に加熱することができる。

【0027】その後、加熱速度10℃/分で薄膜加工体13を387℃まで加熱し、30秒間保持した。そして、放射冷却を制御することにより、冷却速度10℃/分で室温まで冷却し、薄膜加工体13を有するアセンブリを真空容器16より取り出した。

【0028】次いで、図11に示すように、上記アセンブリを80℃に加熱した水酸化カリウム水溶液に2時間浸漬させることによって、基板10の一部をエッチング除去し、エッチビット20を形成した。その結果、薄膜加工体13からなる薄膜平面構造体21を得た。

【0029】図12は、上記のようにして製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。一方、図13は、上記において過冷却液体域における加熱処理を行わないで製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。図12及び13より、本発明の方法にしたがって薄膜平面構造体を製造した場合は、薄膜平面構造体を構成する薄膜加工体が平面的な形状を維持していることが分かる。

(11)

特開2000-317896

## 【0030】実施例2

本実施例においては、基板上に犠牲層を形成し、この犠牲層を除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図14～18は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図14は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図15は、図14に示す平面図のIII-III線における断面図を示したものである。そして、図16～18は、それぞれ図14及び15に続く工程を経時的に示した断面図である。基板30には、基板の裏面30Bに厚さ1 $\mu$ mの酸化シリコン膜33が形成され、全体の厚さが200 $\mu$ mであり、結晶方位が100面である単結晶シリコンウェハを用いた。

【0031】最初に、図14及び15に示すように、基板30の主面30A上にニッケルからなる保護層31を厚さ0.1 $\mu$ mに形成した。次いで、ポリシリコンからなる薄膜を、スパッタリング法によって保護層31上に厚さ1 $\mu$ mに形成した。次いで、前記ポリシリコン薄膜上にレジストをスピコートによって塗布して保護膜を形成した。次いで、基板30を水酸化カリウム水溶液（濃度40重量%）に浸漬させ、ポリシリコン薄膜をエッチングすることによって犠牲層32を形成した。次いで、図16に示すように、酸化ボロン（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）からなる薄膜を、CVD法によって、基板30の主面30A上に犠牲層32を覆うようにして厚さ2 $\mu$ mに形成した。次いで、前記薄膜上に所定形状のレジストをスピコートによって塗布し、基板30をフッ酸溶液中に浸漬させることによってエッチングし、薄膜加工体34を形成した。

【0032】次いで、図17に示すように抵抗加熱装置35上に上記アセンブリを設置し、加熱速度10℃/分で560℃まで加熱した。なお、酸化ボロンのガラス転移温度（T<sub>g</sub>）は553℃であった。そして、560℃で5分間加熱保持した後、放射冷却を制御することによって冷却速度10℃/分で室温まで冷却した。次いで、図18に示すように、上記アセンブリを80℃に加熱した水酸化カリウム水溶液（濃度40重量%）に15分間浸漬させることによって、犠牲層32をエッチング除去し、薄膜平面構造体36を得た。

【0033】以上、具体例を示しながら発明の実施の形態に則して本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変換が可能である。

## 【0034】

【発明の効果】本発明によれば、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成している。そして、薄膜平面構造体を製造する際において、薄膜平面構造体を構成する薄膜をエッチングなどによって加工して得た薄膜加工体を、前記過冷却液体域にまで加熱して処

理する。したがって、薄膜加工体内に発生した応力が前記加熱処理中に緩和されるため、薄膜平面構造体を製造した後に、前記応力によって薄膜加工体が屈折するようなことがなくなる。この結果、高い再現性の元に製造することが可能な薄膜平面構造体を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図2】 図1に示す平面図のI-I線における断面図である。

【図3】 図1及び2に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図4】 図3に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図5】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の一例を示す断面図である。

【図6】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の他の例を示す断面図である。

【図7】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図8】 図7に示す平面図のII-II線における断面図である。

【図9】 図7及び8に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図10】 図9に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図11】 図10に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図12】 本発明の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す定査型電子顕微鏡写真である。

【図13】 従来の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す定査型電子顕微鏡写真である。

【図14】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の他の例における最初の工程を示す平面図である。

【図15】 図14に示す平面図のIII-III線における断面図である。

【図16】 図14及び15に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図17】 図16に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図18】 図17に示す工程の後の工程を示す断面図である。

## 【符号の説明】

1. 10、30 基板
2. 32 犠牲層
- 3 薄膜加工体
- 4 薄膜平面構造体
- 11 パターニング層
- 12 薄膜

(12)

特開2000-317896

13. 34 薄膜加工体

14 熱電対

15 カバー

16 真空容器

17 石英ガラス窓

18 赤外線ヒータ

\* 19 酸化シリコン層

20 エッチビット

21. 36 薄膜平面構造体

31 保護層

33 酸化シリコン膜

\* 35 抵抗加熱装置

【手続補正書】

【提出日】平成12年8月29日(2000. 8. 29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20 $\mu$ mに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu$ mの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 パターニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に厚さ1～20 $\mu$ mに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu$ mの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体から

なる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、また、本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20 $\mu$ mに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu$ mの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】さらに、本発明は、パターニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に厚さ1～20 $\mu$ mに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20 $\mu$ mの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**